

PAT-NO: JP406007990A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06007990 A

TITLE: SOLDER MATERIAL AND JOINING METHOD

PUBN-DATE: January 18, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

IDETA, GORO

ABE, SHUNICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MITSUBISHI ELECTRIC CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04133468

APPL-DATE: May 26, 1992

INT-CL (IPC): B23K035/22, B23K001/00 , B23K035/14 ,
H01L021/52

US-CL-CURRENT: 219/85.2, 219/85.22

ABSTRACT:

PURPOSE: To lighten the heat stress applying to a semiconductor tip, to prevent the deviation of positional relation of the members to be joined from generating, and together to shorten the time when the solder material is solidified while keeping the temperature nearby the melting temperature by keeping the interval of the semiconductor tip and the base material after joining in the prescribed value.

CONSTITUTION: A semiconductor tip 1 and a lead frame 2a

are arranged through
the solder material composed of the 1st solder 6 and the
2nd solder 7a, 7b, and
the semiconductor tip 1 and the lead frame 2a are joined by
applying the
temperature lower than the melting point of the 1st solder,
higher than the
melting point of the 2nd solder 7a, 7b and melting the 2nd
solder 7a, 7b.
Then, the 2nd solder 7a, 7b is solidified by lowering the
heating temperature,
or while keeping the initial melting temperature, it is
solidified due to the
elevation of melting point caused by the change of
composition of the 2nd
solder 7a, 7b.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-7990

(43)公開日 平成6年(1994)1月18日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 35/22	3 1 0 D	7362-4E		
1/00	3 3 0 E	8727-4E		
35/14	F	7362-4E		
H 0 1 L 21/52	E	7376-4M		
	C	7376-4M		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-133468

(22)出願日 平成4年(1992)5月26日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 出田 吾朗

兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社生産技術研究所内

(72)発明者 阿部 俊一

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社北伊丹製作所内

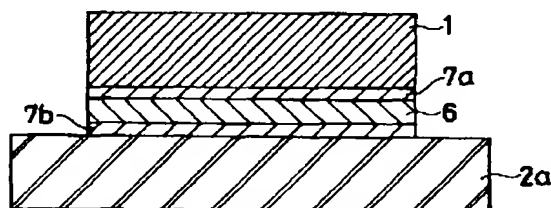
(74)代理人 弁理士 高田 守

(54)【発明の名称】 半田材及び接合方法

(57)【要約】

【目的】 接合後の半導体チップと基材との間隔を、所定の値に保つことによって、半導体チップに作用する熱応力を緩和させ、かつ被接合部材の位置関係をずれが生じないようにするとともに、溶融温度付近に温度を保持したまま半田材を凝固させるとき時間を短縮できるようにすることを目的とする。

【構成】 半導体チップ1とリードフレーム2aとを、第1半田6と第2半田7a、7bとからなる半田材を介して配置し、これに第1半田6の融点より低い温度で、且つ、第2半田7a、7bの融点より高い温度を加え、第2半田7a、7bを溶融することにより半導体チップ1とリードフレーム2aとを接合する。その後加熱温度を下げることににより第2半田7a、7bを凝固させるか、初期溶融温度を保持したまま第2半田7a、7bの組成変化による融点上昇によりそれを凝固させる。



1: 半導体チップ
2a: リードフレーム
6: 第1半田

7a: 第2半田
7b: 第2半田

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の半田と、

前記第1の半田よりも低い融点を有する材料または前記第1の半田と反応してその第1の半田よりも低い融点の合金を生成する材料からなり、前記第1の半田の両面に配置された厚さが $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 未満の第2の半田とを備えたことを特徴とする半田材。

【請求項2】 第1の半田の両面に、この第1の半田よりも低い融点を有する材料または第1の半田と反応して第1の半田よりも低い融点の合金を生成する材料からなる厚さ $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 未満の第2の半田を配して形成された半田材を被接合部材の間に挟み、

前記第2の半田または第2の半田から生成する合金の融点以上で、かつ、前記第1の半田の融点未満の温度に加熱し、前記第2の半田または合金を溶融させ、

その後冷却するかまたは溶融温度付近に保つことによって、前記被接合部材を接合することを特徴とした接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、例えば半導体チップと基材とを接合するために用いられる半田材及び接合方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5は、従来の半導体装置の構成を示す断面図である。図5において、1は半導体チップ、2は例えばリードフレームのような基材、3は半導体チップ1と基材2とを接合するための半田である。このような半導体装置は、半導体チップ1と基材2との間に半田3を挟んで保持し、半田3をその融点以上の温度に加熱させた後、冷却させることによって半導体チップ1と基材2とを接合する、いわゆる、半田ダイボンディング法によって形成されている。この種の半田ダイボンディング法は、例えば、トリケッス技術試料集第76号「半導体デバイスのマイクロアセンブリ技術」（昭和57年7月発行）に記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の半導体装置の接合は以上のように構成されていたので、接合時に半田3が溶融するため、半導体チップ1と基材2との接合後の間隔が $10\sim 20\mu\text{m}$ となり、また、半導体チップ1と基材2との間隔を大きくしようとして多量の半田3を供給してもその大半は溶融時に排出されることになり、この間隔を外部から制御することが困難であった。また、半田3の接合時の溶融による濡れ広がりによって半導体チップ1と基材2との間隔は小さくなり、それを補う半田を供給すると半田3の流動に伴う半導体チップ1の位置ずれが生じ、後工程のワイヤボンディング工程で問題となっていた。このように、半導体チップ1と基材2の間隔を所定の値に安定に制御することは不可能であると

いう問題があった。

【0004】さらに、後工程で接合部に耐熱性が要求される場合は、その耐熱温度以上の融点を持つ半田3を用いるが、融点が高くなればなるほど接合温度も高くなり、半導体チップ1と基材2の熱膨張差に起因する熱応力も大きくなる。特に半導体チップ1がシリコン半導体チップで、基材2がCu系のリードフレームの場合、その熱膨張率の差異が5倍以上と大きいので、接合直後の残留応力やその後の使用環境における熱応力によって、半導体チップ1が割れる場合があった。この現象は、特に、1辺が 3mm 以上の大きさの半導体チップ1のときに顕著である。また、化合物半導体を半導体チップ1に用いた場合は、それがシリコン半導体に比べて機械的に脆弱なために、半導体チップ1と基材2との熱膨張率差が小さい場合でも、半導体チップ1に損傷を与える場合があるため、それらの半田によるダイボンディングが極めて困難であるという問題があった。

【0005】以上の問題点を解消する方法として、特願平3-004832号記載の半田材料及び接合方法がある。図6は、特願平3-004832号記載の半導体装置の構成を示す断面図である。図6において、1はシリコン系の半導体チップ、2はCu系合金からなるリードフレームなどからなる基材、4は組成が $95\text{Pb}-5\text{Sn}$ で厚さが $50\mu\text{m}$ の高融点の第1半田、5a、5bは第1半田の両面に形成された組成が $63\text{Sn}-37\text{Pb}$ で厚さが $10\mu\text{m}$ の第2半田である。

【0006】特願平3-004832号の発明による接合方法では、半導体チップ1と基材2の間に両面に第2半田5a、5bが形成された第1半田4を挟み、第2半田5a、5bの融点以上で、かつ、第1半田4の融点未満の温度、例えば 200°C にヒータなどにより加熱し、第2半田5a、5bのみを溶融させる。その後、温度を下げて第2半田5a、5bを凝固させる。または、第2半田5a、5bを溶融させる 200°C のままで保持することにより凝固させる。このように 200°C で保持すると、第2半田5a、5bから第1半田4へSn原子が拡散し、第2半田5a、5b中のSnの濃度が低下し、このSn濃度の低下により第2半田5a、5bの凝固点が上昇し、これにより第2半田5a、5bが凝固して固定する。このとき、第1半田4はほとんど溶融しないため、これが排出されたり変形したりすることなく、初期の厚さのまま保持され、半導体チップ1と基材2の間は所定の間隔に保たれる。

【0007】この接合方法では、半導体チップ1と基材2との間隔を所定の値に保つことによって、半導体チップ1に作用する熱応力を緩和させることができるが、 200°C に加熱し、第2半田5a、5bのみを溶融させた後、その温度で保持してSn原子を第2半田5a、5bから第1半田4へ拡散させ、第2半田5a、5bのSn濃度を低下させることにより、第2半田5a、5bの凝

固点を上昇させて第2半田5a, 5bを凝固させる場合、その厚さが10 μ mあるので、Sn原子を拡散させるために多大の時間を要するという問題があった。

【0008】この発明は以上のような問題点を解消するためになされたもので、接合後の半導体チップと基材との間隔を、所定の値に保つことによって、半導体チップに作用する熱応力を緩和させ、かつ被接合部材の位置関係をずれが生じないようにするとともに、溶融温度付近に温度を保持したまま半田材を凝固させるとき時間を短縮できるようにすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の半田は、第1の半田と、第1の半田よりも低い融点を有する材料または第1の半田と反応してその第1の半田よりも低い融点の合金を生成する材料からなり、第1の半田の両面に配置された厚さが1 μ m以上5 μ m未満の第2の半田とを備える。また、この発明の接合方法は、第1の半田の両面に第1の半田よりも低い融点を有する材料または第1の半田と反応して第1の半田よりも低い融点の合金を生成する材料からなる厚さ1 μ m以上5 μ m未満の第2の半田を配して形成された半田材を被接合部材の間に挟み、第2の半田または合金の融点以上で、かつ、第1の半田の融点以下の温度に加熱し、第2の半田または合金を溶融させ、その後冷却するか、または溶融温度付近に保つことによって、被接合部を接合することを特徴とする。

【0010】

【作用】この発明によれば、第1の半田のほとんどが、加熱接合するとき固相のまま保持されるので、被接合材料の間隔を所定の厚みに制御することができ、接合後における被接合材料に作用する応力を緩和させることができ、また、被接合部材の位置関係がずれることがない。加えて、第2の半田の厚さが薄いので、第2の半田から第1の半田へ第2の半田の凝固点を下げる成分を拡散させる速度は早くなり、第2の半田の凝固点を上昇させる速度も早くなって第2の半田を凝固させる時間が短くなる。

【0011】

【実施例】

(実施例1) 以下この発明の1実施例を図を参照して説明する。図1は、この発明の1実施例による半導体装置の構成を示す断面図である。図1において、6は組成が95Pb-5Snで厚さが50 μ mの高融点の第1半田、7a, 7bは第1半田6の両面にメッキによって形成された組成が63Sn-37Pbで厚さが3 μ mの第2半田であり、他は図6と同様である。なお、半導体チップ1の接合面はメタライズ処理が施されている。

【0012】ここで、図1に示す半導体装置の接合方法を説明する。まず、半導体チップ1とリードフレーム2aとを、第1半田6と第2半田7a, 7bとからなる半

田材を挟んで重ね合わせ、これを還元雰囲気中で第2半田7a, 7bの融点以上で、かつ第1半田6の融点以下の温度である200℃にヒータなどにより加熱して第2半田7a, 7bを溶融させる。ここで、還元雰囲気中で加熱するのは、第1半田6及び第2半田7a, 7bが、酸化されないようにするためであり、アルゴンなどの不活性ガス雰囲気中や真空中であっても良い。その後、温度を下げて第2半田7a, 7bを凝固させ、半導体チップ1とリードフレーム2aとを接合させる。この接合のための加熱時には、第1半田はほとんど溶融しないので、排出されたり変形することなく、加熱処理前の初期の厚さのまま保持される。この結果、半導体チップ1とリードフレーム2aとの間隔は、第1半田材6で規定される所定の間隔に保たれることになる。

【0013】この発明では、第2半田材7a, 7bを第1半田材6にメッキした後、有機溶剤などによる洗浄を施して充分な乾燥を行うことにより、第2半田7a, 7b表面の酸化膜の厚さを0.003 μ m以下に制御し、かつ、接合プロセスにおける雰囲気中の酸素濃度を1000ppm以下に制御して、接合プロセスにおける半田材の酸化を防止するようにしている。これにより、第2半田7a, 7bの厚さが3 μ mと薄く加熱接合時に溶融した第2半田7a, 7bが少ない液層量でも、溶融接合時に安定な濡れを確保できる。

【0014】図2は第2半田7a, 7bの厚さと接合性の関係を表す特性図であり、縦軸は接合しようとする面積に対する未接合部の占める割合を示し、横軸は第2半田7a, 7bの厚さを示している。図2において、点線で示した特性曲線は、特願平3-004832号の発明による半田材を用いた場合を示し、実線で示した特性曲線はこの発明による半田材を用いた場合を示す。点線で示した特願平3-004832号記載の半田材の場合は、その半田材の酸化膜の厚さが薄くできなかったもので、第2半田7a, 7bの部分の厚さが5 μ m以上にならないと未接合部の面積割合が低下していなかった。しかし、この発明による半田材による場合は、半田材の酸化膜の厚さを0.003 μ m以下と薄くすることが可能となったので、第2半田7a, 7bの厚さが1 μ m以上あれば未接合部の面積は低下し、良好な接合部が得られるようになる。なお、上記実施例では第1半田6の両面に第2半田7a, 7bを配設する方法としてメッキを用いたが、これに限るものではなくクラッドや真空蒸着などの方法によっても同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0015】(実施例2) 実施例1では、200℃に加熱して第2半田7a, 7bを溶融した後、加熱の温度を下げることで第2半田7a, 7bを凝固させたが、加熱の温度を下げずに第2半田7a, 7bを凝固させることもできる。実施例1と同様に、酸素濃度が1000ppm以下の還元性雰囲気中、図1に示す半導体チップ

5

1とリードフレーム2aとこれらに挟まれた第1半田6と第2半田7a、7bからなる半田材とを、200℃に加熱して第2半田7a、7bを溶融させ、このまま200℃で保持すると、第2半田7a、7bのSn原子が第1半田6中へ比較的高速で拡散する。ここで、図3に示すPb-Sn状態図から判るように、Pb-Sn半田はSnの濃度が18%以下になると200℃でも凝固する。したがって、第2半田7a、7bから第1半田6へのSnの拡散により第2半田7a、7bのSnの濃度が18%以下になると、200度で加熱しているにもかかわらず、それは凝固する。

【0016】この後、図3に示す固相線温度直下に制御して温度を上げることにより、Snの拡散速度を更に加速することもできる。最終的には、第2半田7a、7bのSnの濃度は第1半田6のSnの濃度と同じになり、この状態では第2半田7a、7bの溶融点は加熱処理前の溶融点より高い温度となり、すなわち、第2半田7a、7bの耐熱性が向上したことになる。このため、第1半田6が溶融されないことによる間隔保持の効果に加えて、接合時の加熱温度より高い耐熱性を有する半導体装置を得ることができる。

【0017】図4は、第1半田6の厚さが100μmの場合、200℃の高温で保持することによって第2半田7a、7bから第1半田6へSn原子が拡散して第2半田7a、7b中のSn濃度が18%以下になって凝固するまでの時間と、第2半田7a、7bの厚さとの関係を表す相関図である。図4において、縦軸は200℃での温度保持開始後、第2半田7a、7bが凝固するまでの時間を示し、横軸は第2半田7a、7bの初期の厚さを示す。

【0018】図4から明らかなように、第2半田7a、7bがSnが拡散してその濃度が低下することにより凝固するまでの時間は、第2半田7a、7bの厚さの増大にともなって2次関数的に増大している。実施例1で述べたように良好な接合部を得るためには、第2半田7a、7bの厚さを1μm以上にすることが必要だが、接合プロセスを短時間で完了させるためには第2半田7a、7bの初期厚さを、それが溶解したときに良好な濡れが得られる範囲でできるだけ薄くすることが推奨される。以上は、第2半田7a、7bが凝固するまでの時間について説明したが、凝固後に第2半田7a、7bが第1半田6と同一の組成になり、初期の第2半田7a、7bの組成のときよりも融点が高くなるまでに要する時間に対しても、同様のことが言えることは言うまでもない。

【0019】この実施例の場合、接合時の加熱温度よりも高い耐熱温度を持つ接合部が得られるので、単一組成の半田3(図5)を用いて同様の耐熱温度を持つ接合部を得ようとする場合に比較して、低い温度で接合できることになる。すなわち、280℃の耐熱性を確保するために、図5に示すような状態で半田3で接合する場合

6

は、溶融点が280℃の組成となる半田材を用いて280℃以上の温度に加熱しなければならないが、この実施例2の場合は、図3に示すように、200℃以下の温度で溶融接合してその温度を所定の時間保持することで、280℃の耐熱性を持つ接合部が得られる。

【0020】例えば、図1に示す第1半田6の組成が95Pb-5Snでその厚さが100μmであり、その両面に配設された第2半田7a、7bの組成が63Pb-37Snでその厚さが4μmの半田材を用いて半導体チップ1をリードフレーム2aにダイボンディングする場合、第2半田7a、7bの融点183℃以上の190℃に加熱してそれを溶解、接合し、その後その190℃の温度を保持する。これにより第2半田7a、7b中のSnは、第1半田6中に拡散し、第2半田7a、7b中のSnの濃度が低下して第1半田6とほぼ同じ組成となる。Pb-Sn半田のSn濃度が5%近くになると、図3からも明らかなように、その溶融点は280℃以上となり、したがって、第2半田7a、7bは280℃の耐熱性を有するようになり、半導体チップ1(図1)とリードフレーム2aの接合部も280℃の耐熱性を得ることになる。

【0021】ところで、半導体チップ1に作用する熱応力は、半導体チップ1とリードフレーム2aとの熱膨張係数の差に接合時に生じる温度差を乗じたものであるから、接合時の加熱温度が低ければ低いほど半導体チップ1に作用する熱応力は小さくなる。すなわち、190℃で接合して280℃の耐熱性が得られれば、従来のように単一組成の半田材で280℃で接合した場合に比較して、250℃における残留熱応力は約35%低減されることになる。この特性により、半導体チップ1と基材2との組み合わせによっては、その間隔を小さくして20μm程度として充分な熱応力低減効果が得られる。但し、第1半田6の厚さを薄くしすぎると、その平坦度を保つことが困難になるため、その厚さは10μm以上の必要がある。

【0022】なお、上記実施例では、シリコン半導体をCuリードフレームにダイボンディングする場合に付いて説明したが、これに限るものではなく、一般に脆弱な化合物半導体によるチップや電子部品の基材への接合に適用しても同様の効果が得られることは言うまでもない。さらに、上記実施例では95Pb-5Sn半田と63Sn-37Pb半田の組み合わせに付いて説明したが、第1半田6(図1)としては、PbかInあるいはSn、Auなどを主成分とする合金であればよく、Pb-Sn合金に限るものではない。第2半田材としては、選定した第1半田6の材料よりも低い融点を有する合金であるか、または、その第1半田6と反応してそれより低い融点を持つ合金を生成する合金であればよく、例えば第1半田6としてPb、第2半田7a、7bとしてSnを用いても良く、上記実施例の合金に限るものではない。

7

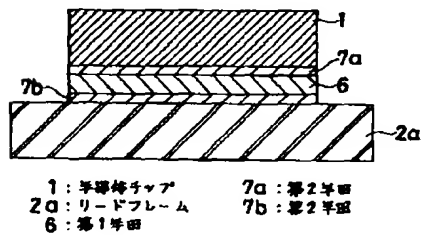
い。また、第2半田7a、7bから第1半田6へ原子を拡散させて、第2半田7a、7bを溶解させた温度のままでそれを凝固させる場合におけるプロセス時間短縮のために、その拡散係数を増大させることができるCu、Zn、Au、Ni、Co、Agなどの元素を小量添加することも効果的である。

【0023】

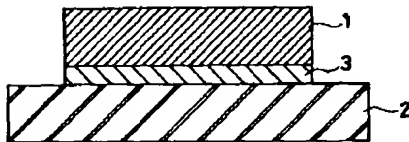
【発明の効果】以上のように、この発明によれば、第1の半田とその両面に配設しそれより融点の低い第2の半田とで、接合部材を構成したので、被接合部材の間隔を所定の間隔に形成することが容易となり、その被接合部材間の熱応力を低減することができ、それらの損傷を制御できる効果がある。また、以上のことにより被接合部材同士の位置精度が向上し、接合工程の時間短縮が計れ、接合時の処理温度よりも高い耐熱性を有することができるなどの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図5】



8

【図1】この発明の1実施例である半導体装置の構成を示す断面図である。

【図2】この発明におけるダイに半田7a、7bの厚さと接合性の関係を示す特性図である。

【図3】この発明の第2の実施例におけるPb-Sn半田の凝固過程を説明するPb-Snの状態図である。

【図4】この発明の第2の実施例における第2半田7a、7bの厚さとその凝固時間との関係を示す相関図である。

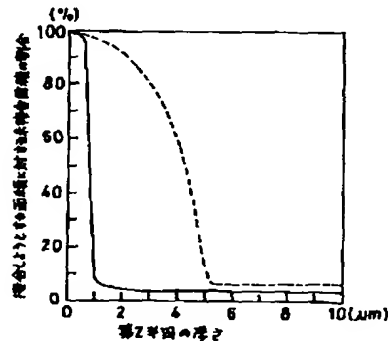
【図5】従来の半導体装置の構成を示す断面図である。

【図6】特願平3-004832号記載の半導体装置の構成を示す断面図である。

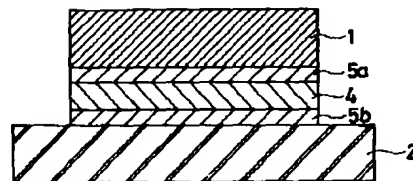
【符号の説明】

- 1 半導体チップ
- 2a リードフレーム
- 6 第1の半田
- 7a、7b 第2の半田

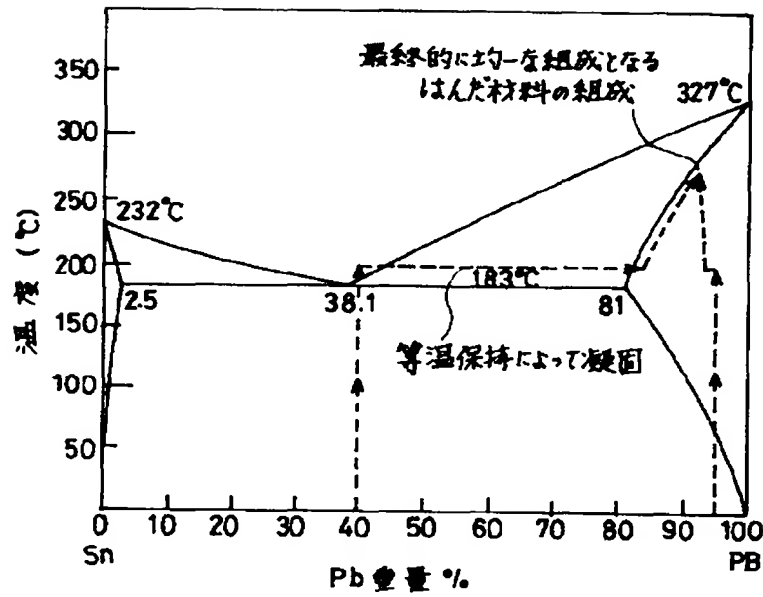
【図2】



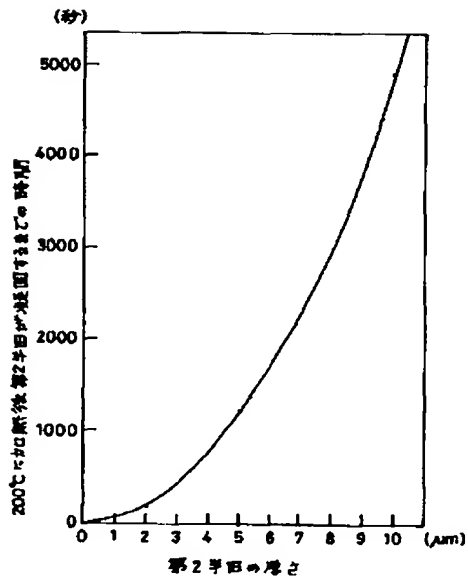
【図6】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

// B 2 3 K 101:40